

Cultura e desenvolvimento: reavaliando o problema do pêndulo

Antonio Roazzi
Bruno Campello
de Souza

Palavras-chave: Piaget;
problema do pêndulo;
operações formais; cultura.

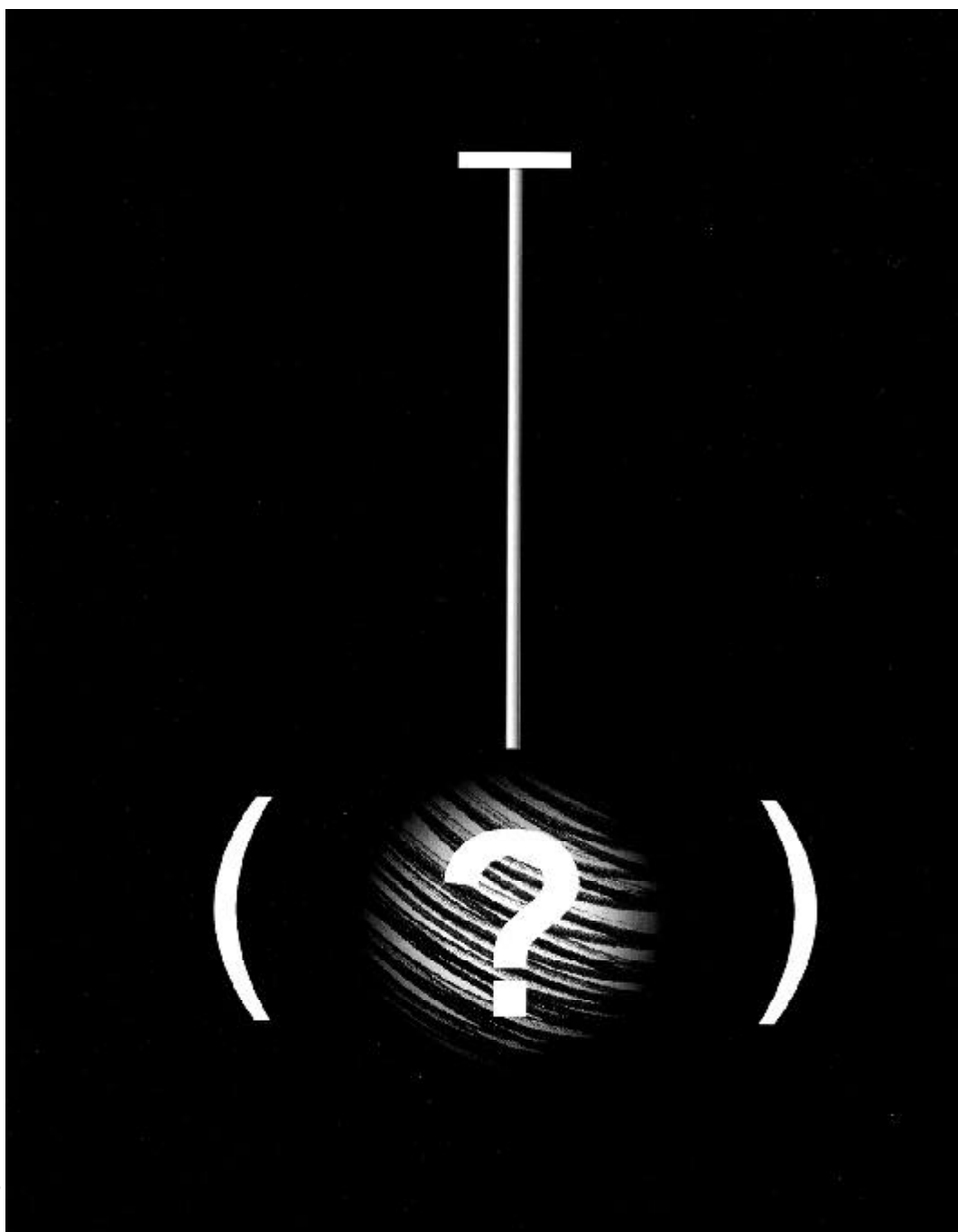


Ilustração: Emanuelle Diana da Silva

A teoria piagetiana sobre o pensamento operatório-formal apresenta uma série de problemas metodológicos e perguntas teóricas não respondidas, que precisam ser analisados, para que se possa atingir uma melhor compreensão acerca do pensamento adolescente e adulto. Isso significa que ainda existe uma necessidade de estudos mais compreensivos e de experimentos mais objetivos para se determinar os reais componentes do pensamento operatório-formal e detectar o papel de variáveis como classe social, cultura, sexo, QI, educação e treinamento no desenvolvimento desse tipo de raciocínio. Tendo como base um procedimento quantitativo para a avaliação do pensamento operatório-formal a partir da tarefa piagetiana do pêndulo, no presente trabalho foram investigados: 1) um sistema mais detalhado para a avaliação de uma tarefa operatório-formal e 2) o desempenho de sujeitos com diversas faixas etárias (10 a 14 anos e adultos) e diferentes tipos de experiências socioculturais e educacionais (pedreiros e universitários de Ciências Humanas e Exatas). Os resultados obtidos mostraram ser o novo sistema de avaliação quantitativa

do pensamento operatório-formal um procedimento mais eficaz do que o tradicional piagetiano, no que diz respeito à diferenciação do pensamento de indivíduos de diversas idades ou experiências socioculturais. Também foram observadas nuances do efeito da experiência sociocultural sobre o desempenho na tarefa do pêndulo, o qual mostrou-se seletivo quanto ao componente do pensamento formal a ser modificado.

Introdução

A teoria piagetiana sobre o pensamento operatório-formal representa uma das poucas tentativas aprofundadas de compreender o pensamento do adolescente, mas, ao mesmo tempo, apresenta uma série de problemas teóricos sérios e perguntas não respondidas que precisam ser analisados com cuidado, abrindo perspectivas interessantes de pesquisa empírica e teórica sobre o assunto (Seminário, 1996). Isso significa que ainda existe uma necessidade de estudos mais compreensivos e experimentos mais objetivos para determinar os componentes desse tipo de pensamento e o impacto de variáveis fundamentais negligenciadas ou subestimadas na Epistemologia Genética tradicional, tais como: classe social, cultura, sexo, QI, educação e treinamento. Além do mais, existem lacunas sérias na própria formulação teórica acerca

do pensamento formal e, mais importante, na sua comprovação empírica, que necessitam de esclarecimento para que se possa ter, de fato, uma sólida formulação científica sobre o assunto.

O problema do pêndulo

O problema do pêndulo é uma tarefa piagetiana (Inhelder, Piaget, 1955-1958), no qual se avalia a capacidade de um sujeito determinar ou isolar quais os fatores que condicionam a frequência das oscilações de um pêndulo formado por um peso suspenso numa haste por meio de um barbante. Existem quatro componentes a serem levados em consideração no problema:

- 1) a altura de lançamento do peso;
- 2) a força com que o peso é lançado;
- 3) a massa do peso; e
- 4) o comprimento do fio.

O segredo para a solução do problema é pensar em cada fator que possa explicar a velocidade das oscilações e planejar uma série de ensaios nos quais todos os fatores, com a exceção de um, são mantidos constantes. Efetuadas todas as combinações possíveis, o fator causal pode ser identificado através de uma experimentação que exclui os demais fatores por tentativa e erro.

Segundo Piaget, os indivíduos, no estágio operacional concreto, começam a manipular os pesos, fios, altura de lançamento e força do impulso de forma ordenada e metódica, mas sem levar em consideração todas as combinações possíveis. Essas crianças também tendem a realizar experimentos sem demonstrar consciência de que é necessário o controle das demais três variáveis para se verificar o efeito de uma.

Os sujeitos que já avançaram para o estágio operatório-formal, por sua vez, são capazes de pesquisar sistematicamente a solução do problema. Para isso, eles refletem sobre os seus próprios processos de pensamentos. Apesar de os materiais estarem concretamente na frente do sujeito, o seu raciocínio envolve operações formais, ou seja, uma consideração sistemática das várias possibilidades, a formulação de hipóteses e uma dedução lógica a partir dos resultados de tentativas com os materiais que fazem parte da tarefa. Por um lado, eles compreendem que o comprimento de uma

corda é inversamente proporcional à frequência das suas oscilações; por outro, eles entendem que cada um dos outros fatores é irrelevante.

Dificuldades na avaliação e suas implicações

O uso do tradicional método piagetiano, para avaliar o nível de desenvolvimento através da tarefa do pêndulo, torna-se complicado visto que o papel desempenhado pelo comprimento da corda pode ser descoberto através de um método operacional concreto de estabelecimento de uma correspondência entre duas variáveis ordenadas. Portanto, para determinar o estágio do pensamento operacional alcançado pela criança, é necessário considerar como se dá a sua experimentação com o material, quais as conclusões que elas tiram dessa experimentação e a maneira como essas conclusões são derivadas.

O método de avaliação proposto por Piaget consiste numa classificação qualitativa dos procedimentos utilizados durante a tentativa de resolução da tarefa. O resultado efetivamente obtido não é levado muito em consideração, mas sim o método que levou até ele. A falta de critérios precisos de avaliação e até da terminologia utilizada na fase da entrevista (e.g., Winston, Peters, 1984), contudo, faz com que a validade e a fidedignidade das aferições obtidas se tornem reduzidas (Jackson, 1965; Lovell, 1961; Lunzer, 1965; Sommerville, 1974b). As categorias resultantes tendem não somente a ser genéricas e capazes de discriminar apenas entre indivíduos com estruturas de pensamento muito discrepantes, como também inadequadas para detectar outras formas de raciocínio qualitativamente distintas das formas de raciocínios caracterizadas como operatórios formais (e.g., Commons, Richards, Kuhn, 1982).

O reduzido número de tentativas realizadas visando aperfeiçoar o sistema de avaliação qualitativo piagetiano confirma os problemas existentes no sistema tradicional de aferição piagetiano (Lovell, 1961; Sommerville, 1974a, 1974c). Por exemplo, Sommerville (1974a, 1974b) realizou uma ampla investigação em uma amostra formada de 236 crianças entre 10 e 14 anos

de idade sobre a transição do pensamento operatório concreto para o operatório formal, utilizando a tarefa do pêndulo. Neste sentido, elaborou um sistema de avaliação no qual eram considerados dois aspectos do desempenho na resolução do problema do pêndulo: o método de experimentação e o conteúdo das conclusões alcançadas. A partir da combinação destes dois procedimentos de atribuição de escores, categorizaram-se os níveis de desempenhos das crianças em nove substágios. Os resultados respaldaram as explicações encontradas por Inhelder e Piaget para descrever a transição do pensamento operatório concreto para o pensamento operatório formal. A maioria dos comportamentos e comentários que Inhelder e Piaget descreveram como típicos, para explicar os diferentes estágios de desenvolvimento, foi confirmada.

Por outro lado, os resultados levantaram um problema para a teoria piagetiana em termos da relação entre método e conteúdo do desempenho na fase inicial do estágio operatório-formal. Enquanto para Inhelder e Piaget, no estágio inicial do pensamento operatório-formal, a capacidade lógica do sujeito seria superior à capacidade de experimentação, os resultados do estudo Sommerville, respaldados também pelos resultados de Lovell, indicam que não necessariamente existe uma estreita relação entre capacidade de experimentar e capacidade de raciocinar corretamente como hipotetizada e experimentalmente observada por Inhelder e Piaget. Em segundo lugar, Sommerville detectou que, enquanto os escores relativos ao conteúdo das conclusões melhoram de forma uniforme com a idade, os escores relativos ao método de experimentação não apresentam este melhoramento uniforme como se deveria esperar. Esta constatação sugere que o método de experimentação seja mais susceptível às influências dos fatores ambientais do que a capacidade de interpretação lógica dos resultados.

Este aspecto torna-se ainda mais interessante ao ser explorado especialmente a partir do momento em que estudos de treinamento disponíveis na literatura, utilizando a tarefa do pêndulo, apresentam dados contrastantes. Por exemplo, enquanto o estudo de treinamento realizado por Siegler, Liebert e Liebert (1973) mostrou como instruções apropriadas

eram capazes de melhorar o nível de desenvolvimento cognitivo de estudantes atendendo à 5ª série, a réplica deste estudo, realizada por Greenbowe (1981), indicou que este efeito do treinamento encontrado em uma primeira avaliação desaparecia em um segundo reteste; esta constatação levou Greenbowe a interpretar o efeito do treinamento mais como a aplicação de respostas memorizadas do que uma conseqüência de um verdadeiro desenvolvimento cognitivo.

Carraher e Carraher (1981) realizaram uma investigação que ressalta ainda mais o problema da discrepância entre o nível de raciocínio lógico de um indivíduo e a sua capacidade de extrair conclusões racionais a partir da experimentação, apontando a influência de fatores culturais como um fator decisivo para tal diferença. Analisando os resultados dos seus experimentos com outra tarefa piagetiana, a flutuação dos corpos, eles hipotetizam que três crenças populares muito arraigadas (os objetos que afundam o fazem porque são pesados, certos objetos – tais como um prego – nunca flutuam, e as coisas tornam-se mais pesadas quando repletas com água) podem representar um obstáculo para a aquisição de conceitos que venham de encontro a tais princípios. A idéia aqui é que estas crenças, válidas dentro de uma grande gama de situações, inclusive a experiência pessoal dos sujeitos, não são abandonadas facilmente, mesmo que a cadeia de pensamentos destes últimos leve a tal conclusão. Isto não apenas atesta a importância da experiência pessoal e do conhecimento anterior como também levanta questionamentos importantes acerca de como se pode classificar o tipo de pensamento de um indivíduo nessa situação.

Um último ponto interessante que surge a partir da análise da literatura é a diferente proporção de adolescentes apresentando um pensamento de tipo operativo formal nos estudos de Sommerville (1974a) e Lovell (1961). O primeiro encontrou uma proporção bem maior de adolescentes no estágio operatório-formal do que o segundo. Apesar da possibilidade de poder explicar estas variações em termos de diferentes procedimentos de avaliação ou em termos de diferenças no tipo de população investigada nas duas investigações (Shayer, 1976), verificações posteriores precisam ser realizadas para melhor estabelecer os ritmos e tempos de desenvolvimentos.

Os pontos acima levantados tornam necessário, antes de tudo, que se estabeleçam critérios práticos, objetivos e quantitativos de avaliação dos resultados na tarefa do pêndulo, para que a mesma possa ser utilizada como instrumento confiável de aferição do pensamento. Também é importante que se dê importância à resposta fornecida pelo sujeito ao problema, afinal, ela mede a eficácia do processo mental por ele utilizado.

De posse deste instrumento de avaliação, torna-se mais fácil explorar possíveis questionamentos acima levantados a partir da literatura como: Que aspectos do raciocínio o método de avaliação piagetiano mede com mais precisão? Qual a relação entre capacidade de raciocinar logicamente no processo de formação do pensamento e a estruturação de um método de averiguação satisfatório? É possível observar-se sujeitos com métodos de experimentação mais avançados do que habilidades de inferir e explicitar conclusões lógicas? Em que proporção e em quais ritmos de desenvolvimento se processa a transição do pensamento operatório concreto para o pensamento operatório formal? Enfim, qual o verdadeiro peso dos fatores ambientais neste processo de aquisição de uma lógica formal?

A partir dos questionamentos acima levantados, primeiramente, foram elaborados, tendo como base os estudos de Lovell (1961) e Sommerville (1974a, 1974c), critérios mais objetivos de aferição da tarefa do pêndulo. Estes critérios foram testados em um estudo piloto (Roazzi, 1989) a partir do qual foi elaborada uma escala quantitativa para a avaliação da resposta produzida pelo sujeito; esta escala faz parte da metodologia adotada nesta investigação.

Em seguida, aplicou-se a tarefa do pêndulo a diversos grupos de sujeitos – adolescentes de 10 a 14 anos de idade, pedreiros e universitários, das áreas de Ciências Humanas e de Ciências Exatas. O nível de desempenho dos sujeitos foi avaliado através do sistema de avaliação qualitativa piagetiano e dos novos critérios de avaliação quantitativos, no sentido de diferenciar os processos de pensamento de sujeitos de idades e experiências socioculturais diferenciadas.

Método

Sujeitos

A amostra foi constituída por três grupos de sujeitos da cidade de Recife, Pernambuco, que juntos somam 107 indivíduos. Os três grupos foram: um de adolescentes, outro de universitários e o último de pedreiros. O grupo de adolescentes teve 49 jovens de classe média com idades de 10 (N: 11), 11 (N: 9), 12 (N: 10), 13 (N: 11) e 14 anos (N: 8). Desse total, haviam 27 meninos e 22 meninas. O grupo dos universitários teve 38 sujeitos, sendo 19 da área de Ciências Humanas e 19 de Ciências Exatas. Desse total, 25 eram do sexo masculino e 13 (todos de Ciências Humanas) eram do sexo feminino. O grupo dos pedreiros teve um total 20 sujeitos, sendo todos do sexo masculino.

Material

- Cinco pesos de massas diferentes (500, 200, 100, 50 e 20 gramas), cada um com tamanho de 5 x 8 x 8 cm e com um gancho na parte superior para ser amarrado à corda;
- Um aparato consistindo de uma haste de madeira em forma de "L" fixada verticalmente sobre uma tábua quadrangular;
- Três cordas de comprimentos diferentes (21,6, 43,2 e 64,8 cm) cada uma com laços na extremidade, de modo que possam ser prontamente afixadas na haste e em qualquer dos pesos; e
- Um quadro fixado numa parede imediatamente atrás da haste onde uma linha preta vertical assinala a posição do fio do pêndulo, quando este está em repouso e com linhas vermelhas e azuis desenhadas paralelamente à linha preta, de modo a permitir uma melhor visualização da oscilação do pêndulo.

Procedimento

A tarefa piagetiana do pêndulo resume-se em descobrir o que é que determina a frequência da oscilação de um pêndulo formado pelos materiais apresentados pelo experimentador. Em outras palavras, o sujeito tem que calcular, dentre as variáveis envolvidas, qual fator ou combinação de fatores determina a velocidade de oscilação.

As variáveis envolvidas são essencialmente quatro: a altura com que o peso é lançado para oscilar, também chamada de amplitude de oscilação; o impulso que é dado ao peso pelo sujeito; a massa do peso usado; e o comprimento do fio utilizado. Dado que somente a última variável (comprimento do fio) é ativa do ponto de vista causal, consistindo o problema em dissociar as outras três variáveis inoperantes e excluí-las na explicação da frequência das oscilações.

Neste sentido, a questão investigada é a verificação de se e como o sujeito consegue descobrir que, no movimento do pêndulo, a frequência das oscilações é determinada exclusivamente pelo comprimento do barbante. O nível de desempenho de um sujeito é avaliado observando tanto o método de experimentação utilizado quanto o conteúdo das conclusões alcançadas.

A apresentação da tarefa e o método de interrogação foram semelhantes ao procedimento usual adotado por Inhelder e Piaget. Os sujeitos foram entrevistados individualmente por dois experimentadores e seus desempenhos e experimentações anotados em todos os detalhes numa folha de protocolo (um experimentador dirigia a entrevista, o outro anotava cada passo do sujeito). Todas entrevistas foram gravadas em fita cassete.

Em termos práticos, mostrou-se ao sujeito como amarrar uma corda e um peso ao aparato para permitir fazer um pêndulo, como iniciar o movimento pendular empurrando o peso com diferentes forças e a sustentação do peso a diferentes alturas. Em seguida, colocouse para ele que o objetivo da tarefa era descobrir o que faria o pêndulo oscilar mais lentamente ou mais rapidamente. Foi sugerido que a rapidez da oscilação poderia ser julgada notando quantas vezes o peso cruza a linha preta situada por trás do pêndulo, quando este está parado.

As instruções foram dadas de modo a enfatizar que não se tratava de uma situação de teste, de forma a não induzir no sujeito a necessidade de se obter, o mais rapidamente possível, uma resposta correta. Ao contrário, foi dito que ele está livre para pensar e experimentar utilizando o tempo que fosse necessário, sem nenhuma forma de pressão. Por exemplo, o sujeito tinha todo o tempo de que precisasse para experimentar o aparato variando o comprimento do barbante, os pesos dos objetos suspensos, a amplitude das oscilações, etc. O sujeito foi encorajado a falar em voz alta enquanto tentava resolver o problema e tudo o que ele falou ou fez foi anotado e gravado.

O tipo geral de questionamento utilizado, uma vez que o sujeito começou a resolver a tarefa, foi o seguinte:

a) Quando nenhuma explicação era oferecida para o tipo de manipulação utilizado ou quando o sujeito não fornecia nenhum comentário sobre os resultados obtidos, perguntava-se: "O que você está procurando agora? O que você percebeu?", etc.

b) Quando um efeito era implícita ou explicitamente atribuído a algumas variáveis, como, por exemplo, "Está indo mais rápido" ou "É por causa do peso", o experimentador sondava o sujeito para fornecer explicações mais precisas através de perguntas do tipo: "De que forma você vai poder fazer com que ande mais rápido?", "O que, exatamente, você descobriu sobre o peso?", etc.

c) Quando o sujeito negligenciava o exame de algumas variáveis, o experimentador perguntava: "Isto é tudo?", "Ainda tem algo importante?". Caso fosse necessário, perguntava-se mais especificamente, por exemplo, "O que você descobriu sobre o peso?".

Em nenhum momento foi informado ao sujeito se suas conclusões estavam corretas ou não. A sessão continuava até que cada uma das quatro variáveis relevantes tivesse sido considerada. Neste ponto, pedia-se ao sujeito para imaginar que um amigo acabara de chegar e que ele queria saber tudo que se descobriu sobre o pêndulo. Pedia-se, então, para o sujeito dizer (e, se necessário, mostrar) ao experimentador qual seria a melhor combinação de fatores para a maior frequência de oscilação do pêndulo. Caso o sujeito omitisse algumas variáveis, eram oferecidas a eles pistas nesse sentido.

Forma de avaliação dos protocolos

Os dados da folha de anotações junto com as gravações foram interpretados independentemente por dois juízes treinados para tal fim, os quais avaliaram os dados fornecidos sem conhecer a identidade do sujeito, sua idade ou tipo de experiência pessoal. Os casos que geraram desacordo entre os dois juízes iniciais foram apresentados a um terceiro juiz, também treinado para tal fim, que realizou sua avaliação sem conhecimento prévio das avaliações anteriores. Quando o julgamento do terceiro juiz coincidia com o de um dos dois juízes iniciais, o desempenho do sujeito foi classificado naquele nível. Nos casos em que não houve acordo entre os três juízes, o desempenho das crianças não foi classificado em qualquer nível, sendo o seu resultado omitido das análises estatísticas subseqüentes.

Os protocolos das entrevistas foram avaliados de duas formas: uma quantitativa e outra qualitativa. A avaliação qualitativa seguiu a forma tradicional do método clínico piagetiano, atribuindo as respostas dos sujeitos às perguntas e averiguações do experimentador a um determinado estágio de desenvolvimento. Estas duas formas de avaliação são descritas em detalhes a seguir.

Avaliação quantitativa

O sistema quantitativo de avaliação foi elaborado tendo como base a investigação de Lovell (1961), Sommerville (1974a) e o estudo piloto realizado por Roazzi (1989). Ele é mais formalizado e, portanto, menos flexível do que o método utilizado por Inhelder e Piaget. Contudo, este método foi projetado para ser consistente com as categorias piagetianas de transição do pensamento concreto para o pensamento formal. Objetivamente, são especificados dois aspectos do pensamento nos quais cada sujeito poderia ser classificado: 1) aspectos que dizem respeito ao método de experimentação utilizado pelo sujeito e 2) aspectos que se referem ao conteúdo das conclusões alcançadas. No primeiro caso, os sujeitos podem ter

os seus desempenhos em cada aspecto classificado como "satisfatório", "às vezes satisfatório ou com dificuldade" ou "não satisfatório" (com pontuação 2, 1, 0 respectivamente). No segundo caso, cinco categorias de respostas ao problema do pêndulo foram definidas e ordenadas, de forma que as respostas mais distantes da correta foram classificadas em 0 e a resposta exata foi classificada em 4.

Uma indicação da forma como as classificações foram efetuadas é descrita logo em seguida. Inicialmente, são descritos os aspectos do desempenho que se referem ao método de experimentação (baseados, principalmente, em Sommerville, 1974a), depois, mostra-se os aspectos que dizem respeito ao conteúdo das conclusões alcançadas.

Aspectos do desempenho relacionados com o método de experimentação

Item 1. Tentativa de controlar as outras variáveis:

2) Consciência, durante todo o tempo, da necessidade de controlar as demais variáveis quando se examinam os efeitos de uma variável específica;

1) Esta consciência aparece só raramente; e

0) Nenhuma preocupação com as outras variáveis enquanto experimenta os efeitos de uma (ou várias).

Item 2. Controle das demais variáveis para se determinar o efeito de uma (o sucesso no aspecto 1 é necessário como pré-requisito):

2) Todas as variáveis, com a única exceção de uma, são tidas constantes em testes consecutivos durante toda a experimentação;

1) O procedimento acima descrito é usado só às vezes, mas não é visto como essencial; e

0) Duas ou mais variáveis mudadas ao mesmo tempo.

Item 3. Mudanças das variáveis a serem testadas e executadas corretamente como o desejado:

2) Variáveis mudadas de forma consistente com as intenções afirmadas pelo sujeito;

1) Alguma confusão sobre qual variável a ser mudada; e

0) Misturar as variáveis com os efeitos destas, por exemplo, mudar os pesos para examinar o efeito do comprimento do barbante.

Item 4. Fazer inferências sobre as variáveis apropriadas:

2) As conclusões alcançadas (que necessariamente não precisam ser corretas) pertencem à variável manipulada;

1) As conclusões alcançadas não são sempre apropriadas com a manipulação experimental; e

0) As conclusões são raramente apropriadas com a manipulação experimental.

Item 5. Habilidade de fazer inferências sem que sejam testadas:

2) Capacidade de generalizar conclusões para outros aspectos das variáveis sem a necessidade de testar;

1) Habilidade de prever os resultados por outros aspectos de variáveis, mas testa-se para ter certeza; e

0) Falta de vontade em fazer predições sobre qualquer outro aspecto das variáveis não examinadas.

Item 6. Procedimento eficiente em todos os aspectos (é necessário como pré-requisito um desempenho satisfatório no item 5 acima descrito):

2) Eficiência extrema; o sujeito é capaz de inferir o máximo a partir de um número mínimo de testes;

1) Eficiência moderada; o sujeito depende, em muitos casos, de experimentos; e

0) Ineficiência; tendência limitada ou nula em eliminar verificações que não são necessárias.

Aspectos do desempenho relacionados com o conteúdo das conclusões alcançadas

A ordenação das possíveis respostas em função da proximidade com relação à resposta correta é a que se segue:

4) A frequência aumenta apenas com o inverso do comprimento do fio;

3) A frequência aumenta com o inverso do comprimento do fio e também de acordo com a altura de lançamento, impulso dado e/ou peso usado;

2) A frequência aumenta com o comprimento do fio e também de acordo com a altura de lançamento, impulso dado e/ou peso usado;

1) A frequência aumenta apenas com o comprimento do fio; e

0) A frequência é função apenas da altura de lançamento, impulso dado e/ou peso utilizado.

Avaliação qualitativa: estágios de desenvolvimento

Piaget descreveu cinco estágios de desenvolvimento relativos aos tipos de resposta que os sujeitos podem dar no problema do pêndulo, sendo que cada um desses estágios pode ser classificado segundo uma escala ordinal de 1 a 5 (I = 1; IIA = 2; IIB = 3; IIIA = 4; IIIB = 5). A seguir, é apresentada uma descrição desses estágios com algumas modificações, para facilitar suas categorizações baseadas no estudo-piloto (Roazzi, 1989).

Estágio I: Não diferenciação entre as ações do sujeito e os movimentos do pêndulo

Os resultados nesta prova demonstram pensamento de nível pré-operatório. Os únicos elementos que o sujeito considera são as ações materiais que ele mesmo efetua, às quais atribui a propriedade de condicionar os resultados reais aos quais ela conduz. Nem o movimento do pêndulo, nem a frequência das oscilações são considerados como independentes da ação de imprimir ao pêndulo um impulso.

O comportamento, no decorrer da prova, demonstra não só a ausência de qualquer capacidade de imaginar uma série orgânica de experiências que permita estabelecer se a convicção expressa é objetivamente válida, mas até mesmo a capacidade de coordenar os diferentes resultados concretamente obtidos. Assim, pode acontecer que uma criança admita que o pêndulo jogado com uma força maior faz um maior número de oscilações na unidade de tempo, apesar de o número das oscilações ter ficado o mesmo. Portanto, na ausência de seriações e de correspondências exatas, o sujeito não chega a ler objetivamente a experiência, nem mesmo sendo capaz de perceber as contradições nas afirmações produzidas.

Estágio II (IIA e IIB): Sieriação e correspondências sem dissociação de fatores

Os sujeitos que se colocam em um nível imediatamente superior ao estágio I são considerados por Inhelder e Piaget como em nível de pensamento operatório, mas ainda não formal. Eles compreendem que existe um número de variáveis envolvidas na situação e que também são capazes de seriar os comprimentos do pêndulo, as amplitudes das oscilações, os pesos, os impulsos e as frequências. Conseqüentemente, são capazes de julgar de forma correta, de uma prova para outra, se existe ou não uma variação na frequência.

Os sujeitos, neste estágio, demonstram saber descobrir a existência de correspondências entre as variações da frequência e a variação de certos fatores, como o comprimento do pêndulo, a amplitude da oscilação ou o peso. Ou seja, eles conseguem compreender, por exemplo, que, em certos casos, um aumento de peso ou de amplitude faz-se acompanhar de um aumento de frequência. Mas a partir da constatação destes fatos, elas afirmam erroneamente que cada um dos fatores que são mudados possui uma influência sobre a frequência. Isto ocorre devido ao fato de que, na organização de cada novo experimento, eles erram em fazer variar, muitas vezes sem querer, vários fatores simultaneamente (dentre os quais também o comprimento). Dado que o resultado (a frequência) varia, tal efeito é por eles associado à variação de qualquer um dos outros fatores e, assim, a cada vez, a um ou a outro destes fatores pode ser atribuída à propriedade de determinar a frequência. Em outras palavras, o que não é compreendido pelo sujeito é a necessidade de decidir entre uma certa quantidade de relações possíveis. Conseqüentemente, ele não executa os testes apropriados de forma sistemática, e pode até não saber o que o experimento, que ele acabou de fazer, implica ou significa em relação ao conhecimento já adquirido.

O maior problema que o sujeito deste estágio encontra é compreender como um conjunto de pesos diferentes pode corresponder a um conjunto de frequências de oscilação iguais. Às vezes, ele diz que o peso não parece fazer diferença alguma, mas a impressão é sempre de que

ele parece estar seguro de que algum tipo de efeito existe e que deve haver algo de errado com o procedimento de experimentação. Ele não considera o "não-efeito" como uma das relações possíveis e pode, como resultado, voltar-se para um método de investigação que faça com que o fato de uma variável (como o peso) não possuir nenhum efeito seja escondido pelo efeito da mudança acarretada pelo comprimento do barbante. Ao que tudo indica, para um indivíduo neste estágio, a melhor demonstração de como o pêndulo trabalha é mostrar-lhe, antes de tudo, o barbante curto com um peso pequeno soltado na altura da linha vermelha, e depois o barbante longo com o peso grande soltado na altura da linha verde, de modo que "pode-se realmente ver como todos estes fatores fazem uma diferença".

Um indivíduo neste estágio pode começar as suas experimentações através de manipulações físicas dos vários fatores que poderiam influenciar a frequência das oscilações. Em sua abordagem geral, ele é mais analítico e metódico do que os indivíduos pré-operacionais, e faz observações cuidadosas e objetivas do que acontece. O sujeito pode considerar algumas das soluções possíveis e até mesmo obter uma resposta parcialmente correta, mas deixa de tentar cada combinação possível de forma sistemática. Ele pode variar a extensão do barbante e, ao mesmo tempo, variar o peso, concluindo que tanto a extensão quanto o peso afetam a rapidez da oscilação. Ainda não é capaz de manter uma dimensão constante enquanto as outras são variadas.

Na sua descrição dos vários estágios de desenvolvimento, Inhelder e Piaget (1955-1958) dividiram o estágio II em dois subestágios: IIA e IIB. O que diferencia um do outro é o fato de que, no primeiro, o sujeito, apesar de saber fazer uma seriação exata das variáveis, possui sérias dificuldades em seriar os efeitos do peso. Assim, para as outras variáveis, o sujeito é capaz de seriar, o que lhe permite descobrir uma correspondência inversa entre o comprimento do barbante e a frequência das oscilações. Mas como não é capaz de dissociar os fatores, o sujeito conclui que o primeiro fator não é o único envolvido. Ao contrário do subestágio IIA, o subestágio IIB é caracterizado por uma percepção exata dos efeitos do peso, mas o sujeito ainda não é capaz de separar os vários fatores.



Estágio IIIA: Dissociação possível, mas não espontânea

A dissociação dos fatores possíveis ocorre de maneira fortuita, incerta, e, de algum modo, incompleta. Pode acontecer que, repetindo um experimento, o sujeito venha a variar um só fator: o comprimento do pêndulo. Neste caso, ele consegue descobrir que o comprimento determina necessariamente a frequência. A limitação aqui está no fato de que ele não consegue organizar espontaneamente uma situação que lhe permita dissociar o fator comprimento de todos os outros e, assim, demonstrar a influência que este possui sobre o resultado. Também não consegue imaginar e organizar, de forma sistemática, todas as situações que são necessárias, seja para

dissociar cada fator de todos os outros, um de cada vez, seja para decidir, para cada um deles, se deve ou não ser excluída uma influência sobre o resultado. Em outras palavras, o sujeito classificado neste estágio é capaz de dissociar os fatores quando se encontra diante de combinações nas quais um deles varia enquanto os outros permanecem imutáveis. Desta forma, sabe que o fator responsável pela frequência das oscilações é o comprimento do barbante, mas não sabe negar e excluir as falsas implicações, tornando-se incapaz de eliminar as outras três variáveis que são inoperantes. Constantemente, o sujeito transforma a variável que ele queria manter invariada, ou faz variar alternadamente os fatores (o que não permite demonstrar nada).

Estágio IIIB: A dissociação dos fatores e a exclusão dos fatores inoperantes

A limitação do subestágio IIIA, ou seja, não saber provocar de forma sistemática as combinações entre as diferentes variáveis, é superada quando se instala a capacidade de imaginar e organizar todas as combinações, uma depois da outra. Cada uma destas combinações consiste em manter constantes todas as variáveis ou fatores com uma única exceção. Através de uma experimentação sistematizada e organizada (alterar só uma variável de cada vez e fazendo-o de forma apropriada), o sujeito é capaz de compreender uma relação de equivalência (entre o comprimento do barbante e a frequência das oscilações) e a exclusão de um fator (seja este o peso, a altura da queda ou o impulso ou eles juntos).

O sujeito simplesmente não mergulha no experimento, e seu pensamento não é restrito por resultados imediatamente observáveis. Ele começa considerando todas as diferentes possibilidades ou hipóteses acerca do que poderia levar o pêndulo a oscilar com maior frequência. Compreendendo que quaisquer dos quatro fatores, ou alguma combinação deles, poderia afetar a rapidez da oscilação, desenha cuidadosamente um experimento para atestar todas as hipóteses possíveis. O experimento se baseia no reconhecimento de que há apenas um modo de resolver o problema, ou seja, variando um fator de cada vez. Assim,

ele pode tentar um objeto pesado com um barbante curto, depois com um barbante médio e depois com um longo. Depois disso ele tentará um objeto leve com os três comprimentos de barbante, etc. Certamente há uma imensa diferença entre a estratégia geral usada durante o estágio operacional concreto e operacional formal.

Resultados

Adolescentes

Fazendo-se uso da avaliação tradicional piagetiana, observa-se uma vantagem dos adolescentes mais velhos no que diz respeito ao estágio de desenvolvimento cognitivo (Tabela 1).¹

Tabela 1 – Distribuição em % dos grupos etários de adolescentes quanto aos diferentes estágios de desenvolvimento cognitivo no problema do pêndulo

Estágio	10-11 anos (%)	12-14 anos (%)
I	30	6,9
IIA	60	58,6
IIB	0	0,0
IIIA	10	27,3
IIIB	0	6,9

Nenhum dos sujeitos da faixa dos 10 aos 11 anos de idade revelou estar no estágio IIIB, enquanto que 6,9% dos de 12 a 14 anos o fez. De um modo geral, houve uma proporção maior de adolescentes mais jovens nos estágios menos desenvolvidos e de adolescentes mais velhos nos estágios mais avançados. Além do mais, nenhum adolescente da amostra, independente de idade, foi situado no estágio IIB.

Em termos de uma escala ordinal, a média ordenada dos adolescentes mais jovens, na classificação piagetiana tradicional,

foi de 19,40 (média aritmética 1,9 com um desvio-padrão 0,85) enquanto que a média dos mais velhos foi de 29,57 (média aritmética 2,7 com um desvio-padrão 1,22). A diferença entre os dois grupos analisados através do teste de Kruskal-Wallis foi significativa ($\chi^2 = 7,36$, $p < 0,0067$).

A avaliação quantitativa do processo de pensamento revelou o mesmo tipo de diferenciação que a piagetiana tradicional, porém evidenciando melhor quais os componentes mais sensíveis ao desenvolvimento (Tabela 2).

Tabela 2 – Média, desvio-padrão e análise de variância das medidas quantitativas (método e conteúdo) do pensamento formal de adolescentes de 10 a 11 anos e de 12 a 14 anos

Aspectos do Desempenho	10-11 anos		12-14 anos		Anova	
	Média	DP	Média	DP	F	P
Método						
Item 1	1,30	0,66	1,75	0,44	8,66	0,001
Item 2	1,25	0,64	1,69	0,47	7,70	0,007
Item 3	1,90	0,31	2,00	0,00	3,09	n.s.
Item 4	1,90	0,31	1,96	0,19	0,86	n.s.
Item 5	1,45	0,69	1,76	0,44	3,71	n.s.
Item 6	1,45	0,76	1,65	0,55	1,20	n.s.
Total	1,54	0,31	1,78	0,20	11,94	0,001
Conteúdo						
	0,30	0,80	0,93	1,39	3,35	n.s.

¹ As tabelas e os gráficos constantes deste trabalho foram elaborados pelos autores a partir da coleta de dados.

Os adolescentes mais velhos apresentaram significativa superioridade em relação aos mais jovens nos itens 1 e 2 dos aspectos do desempenho relacionados com o método de experimentação, o que acabou refletindo-se na média geral. Em relação aos aspectos do desempenho, relacionados com o conteúdo das conclusões alcançadas, a diferença foi também relativamente alta (0,63), mas não chegou a ser significativa.

Universitários

A avaliação piagetiana tradicional não revelou diferenças apreciáveis entre os sujeitos universitários de Ciências Humanas e Ciências Exatas, ao menos no que diz respeito à proporção dos que foram classificados em cada um dos estágios (Tabela 3).

Tabela 3 – Distribuição em % dos universitários de Ciências Humanas e de Ciências Exatas quanto aos diferentes estágios de desenvolvimento cognitivo no problema do pêndulo

Estágio	Ciências Humanas (%)	Ciências Exatas (%)
I	0,0	0,0
IIA	0,0	0,0
IIB	10,5	10,5
IIIA	15,8	10,5
IIIB	73,7	78,9

Também não houve diferença apreciável quanto à média dos dois grupos universitários, no que diz respeito à escala ordinal atribuída aos estágios piagetianos tradicionais. Os estudantes de Ciências Humanas obtiveram média ordenada de 19,05 (média aritmética 4,6 e desvio-padrão 0,68), enquanto que os de Ciências Exatas obtiveram média ordenada 19,95 (média aritmética 4,7 e desvio-padrão 0,67). A diferença entre os dois grupos

analizada, através do teste de Kruskal-Wallis, não foi significativa ($\chi^2= 0,11$, $p=0,738$).

A avaliação quantitativa do processo de pensamento, ao contrário do que ocorreu na avaliação piagetiana tradicional, revelou existirem certas diferenças entre os alunos de Ciências Humanas (CH) e os de Ciências Exatas (CE) no que diz respeito ao comportamento cognitivo (Tabela 4).

Tabela 4 – Média, desvio-padrão e análise de variância das medidas quantitativas (método e conteúdo) do pensamento formal para os universitários de Ciências Humanas e de Ciências Sociais

Aspectos do Desempenho	Ciências Humanas		Ciências Exatas		Anova	
	Média	DP	Média	DP	F	P
Método						
Item 1	1,94	0,23	1,78	0,42	2,07	n.s.
Item 2	1,84	0,27	1,63	0,60	1,69	n.s.
Item 3	2,00	0,00	1,89	0,32	2,11	n.s.
Item 4	1,84	0,37	2,00	0,00	3,37	n.s.
Item 5	1,00	0,67	1,89	0,46	23,22	0,000
Item 6	0,68	0,67	1,84	0,50	36,30	0,000
Total	1,55	0,26	1,84	0,27	7,08	0,011
Conteúdo						
	3,10	0,87	3,45	0,67	2,08	n.s.

Os alunos de Ciências Exatas apresentaram nítida superioridade em relação aos de Ciências Humanas, no que concerne aos itens 4 e 5 dos aspectos do desempenho associados ao método de experimentação (diferenças de 0,89 e 1,16, respectivamente). Foi o suficiente para que os alunos de exatas tivessem resultados superiores também na média geral. Em relação aos aspectos do desempenho relacionados com o

conteúdo das conclusões alcançadas, a diferença não foi significativa.

Adolescentes, universitários e pedreiros

A avaliação piagetiana tradicional diferencia bem adolescentes, universitários e pedreiros, no que diz respeito ao pensamento operatório-formal (Gráfico 1).

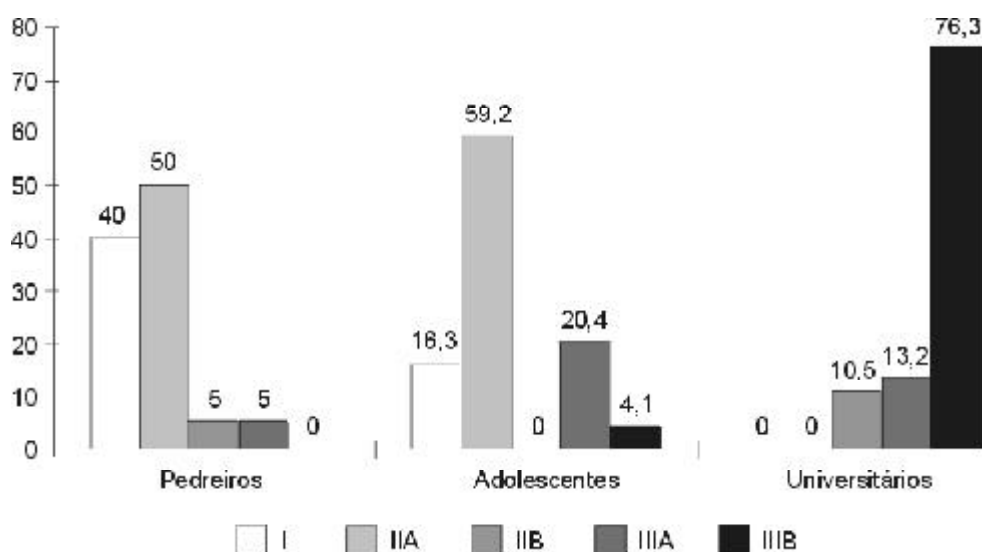


Gráfico 1 – Distribuição em % dos pedreiros, adolescentes e universitários quanto aos diferentes estágios de desenvolvimento cognitivo no problema do pêndulo

Observa-se, de imediato, a contrastante distribuição dos sujeitos pedreiros em relação aos sujeitos universitários. Enquanto os pedreiros (média 1,8) apresentaram uma maior proporção de indivíduos nos dois primeiros estágios I e IIA (90%), os universitários (média 4,7) apresentaram a maior proporção de indivíduos no último estágio IIIB (76,3; média 4,7). Os adolescentes (média 2,4), por outro lado, apresentam uma maior distribuição dos sujeitos nos estágios intermediários IIA e IIIA (respectivamente 59,2% e 20,4%; média 2,4). Somente 4% alcançam o estágio IIIB.

Uma comparação estatística entre os três grupos, através do teste Kruskal-Wallis, revelou uma diferença altamente significativa ($\chi^2 = 67,82, p=0$). Comparações separadas de cada um dos grupos com os outros através dos testes Kruskal-Wallis revelou um melhor nível de desempenho dos universitários em relação tanto com os

adolescentes ($\chi^2 = 51,70, p=0$) como com os pedreiros ($\chi^2 = 42,66, p=0$). A diferença entre estes dois últimos grupos foi também significativa ($\chi^2 = 5,60, p=0,0179$).

Na avaliação quantitativa do processo de pensamento, foram observadas tanto diferenças quanto semelhanças entre os vários grupos. Na Tabela 5, além de ser apresentada a média e o desvio-padrão das medidas quantitativas, são apresentadas análises estatísticas (análises de variâncias a uma via e Duncan *post-hoc* testes) para cada item, comparando tanto o grupo dos pedreiros com os totais dos adolescentes (10-11 + 12-14) e dos universitários (CH+CE), como os cinco grupos (pedreiros, adolescentes de 10-11 e 12-14 anos e universitários de CH e CE). As médias das seis medidas quantitativas relativas ao método de experimentação podem ser melhor visualizadas no Gráfico 2.

Tabela 5 – Média, desvio-padrão e análises estatísticas – análise de variância e post hoc teste de Duncan, considerando os totais dos três grupos e dos cinco grupos (pedreiros, adolescentes de 10-11 anos e de 12-14, universitários de Ciências Humanas e de Ciências Exatas) – das medidas quantitativas (método e conteúdo) do pensamento formal avaliado através da tarefa do pêndulo

Aspectos do Desempenho	Pedreiros						Adolescentes			Universitários			A.E. totais dos 3 grupos					Análise estatística entre os 5 grupos																							
	ME		DP		Total		10-11		12-14		Total		CH		CE		Total		Anova		Duncan			Duncan																	
							ME	ME	ME	ME	ME	ME	ME	ME	ME	F	P	AD	PE	PE	AD	F	P	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE
Médias	Item 1	1,25	0,64	1,30	1,75	1,57	1,94	1,78	1,86	1,86	1,86	0			0								7,96	0																	
	Item 2	1,55	0,81	1,29	1,63	1,47	1,91	1,87	1,87	1,87	1,87	n.s.			0,10	0,75						2,03	n.s.																		
	Item 3	1,75	0,64	1,90	2,00	1,95	2,00	1,89	1,96	1,96	1,96	n.s.			0,05	0,82							2,03	n.s.																	
	Item 4	1,35	0,62	1,83	1,83	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	n.s.			0,12	0,73							8,02	0,00																	
	Item 5	1,65	0,49	1,45	1,76	1,63	1,60	1,89	1,44	1,18	1,18	n.s.			0,08	0,38							8,02	0,00																	
	Item 6	1,85	0,91	1,26	1,84	1,57	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	n.s.			0,08	0,38							8,02	0,00																	
	Total	1,66	0,32	1,54	1,79	1,69	1,55	1,84	1,70	0,13	0,13	n.s.			0,13	0,23							5,54	0																	
	Desvios	0,44	0,69	0,33	0,65	0,62	0,10	0,41	0,38	0,18	0,18	0,18	n.s.			0,18	0,18						0,25	0,10																	

1) Item 1 - Grau de dificuldade 0,26; Item 2 - Grau de dificuldade 0,44; Item 3 - Grau de dificuldade 0,25; Item 4 - Grau de dificuldade 0,28; Item 5 - Grau de dificuldade 0,28; Item 6 - Grau de dificuldade 0,26; Item 7 - Grau de dificuldade 0,26; Item 8 - Grau de dificuldade 0,26; Item 9 - Grau de dificuldade 0,26; Item 10 - Grau de dificuldade 0,26; Item 11 - Grau de dificuldade 0,26; Item 12 - Grau de dificuldade 0,26; Item 13 - Grau de dificuldade 0,26; Item 14 - Grau de dificuldade 0,26; Item 15 - Grau de dificuldade 0,26; Item 16 - Grau de dificuldade 0,26; Item 17 - Grau de dificuldade 0,26; Item 18 - Grau de dificuldade 0,26; Item 19 - Grau de dificuldade 0,26; Item 20 - Grau de dificuldade 0,26; Item 21 - Grau de dificuldade 0,26; Item 22 - Grau de dificuldade 0,26; Item 23 - Grau de dificuldade 0,26; Item 24 - Grau de dificuldade 0,26; Item 25 - Grau de dificuldade 0,26; Item 26 - Grau de dificuldade 0,26; Item 27 - Grau de dificuldade 0,26; Item 28 - Grau de dificuldade 0,26; Item 29 - Grau de dificuldade 0,26; Item 30 - Grau de dificuldade 0,26; Item 31 - Grau de dificuldade 0,26; Item 32 - Grau de dificuldade 0,26; Item 33 - Grau de dificuldade 0,26; Item 34 - Grau de dificuldade 0,26; Item 35 - Grau de dificuldade 0,26; Item 36 - Grau de dificuldade 0,26; Item 37 - Grau de dificuldade 0,26; Item 38 - Grau de dificuldade 0,26; Item 39 - Grau de dificuldade 0,26; Item 40 - Grau de dificuldade 0,26; Item 41 - Grau de dificuldade 0,26; Item 42 - Grau de dificuldade 0,26; Item 43 - Grau de dificuldade 0,26; Item 44 - Grau de dificuldade 0,26; Item 45 - Grau de dificuldade 0,26; Item 46 - Grau de dificuldade 0,26; Item 47 - Grau de dificuldade 0,26; Item 48 - Grau de dificuldade 0,26; Item 49 - Grau de dificuldade 0,26; Item 50 - Grau de dificuldade 0,26; Item 51 - Grau de dificuldade 0,26; Item 52 - Grau de dificuldade 0,26; Item 53 - Grau de dificuldade 0,26; Item 54 - Grau de dificuldade 0,26; Item 55 - Grau de dificuldade 0,26; Item 56 - Grau de dificuldade 0,26; Item 57 - Grau de dificuldade 0,26; Item 58 - Grau de dificuldade 0,26; Item 59 - Grau de dificuldade 0,26; Item 60 - Grau de dificuldade 0,26; Item 61 - Grau de dificuldade 0,26; Item 62 - Grau de dificuldade 0,26; Item 63 - Grau de dificuldade 0,26; Item 64 - Grau de dificuldade 0,26; Item 65 - Grau de dificuldade 0,26; Item 66 - Grau de dificuldade 0,26; Item 67 - Grau de dificuldade 0,26; Item 68 - Grau de dificuldade 0,26; Item 69 - Grau de dificuldade 0,26; Item 70 - Grau de dificuldade 0,26; Item 71 - Grau de dificuldade 0,26; Item 72 - Grau de dificuldade 0,26; Item 73 - Grau de dificuldade 0,26; Item 74 - Grau de dificuldade 0,26; Item 75 - Grau de dificuldade 0,26; Item 76 - Grau de dificuldade 0,26; Item 77 - Grau de dificuldade 0,26; Item 78 - Grau de dificuldade 0,26; Item 79 - Grau de dificuldade 0,26; Item 80 - Grau de dificuldade 0,26; Item 81 - Grau de dificuldade 0,26; Item 82 - Grau de dificuldade 0,26; Item 83 - Grau de dificuldade 0,26; Item 84 - Grau de dificuldade 0,26; Item 85 - Grau de dificuldade 0,26; Item 86 - Grau de dificuldade 0,26; Item 87 - Grau de dificuldade 0,26; Item 88 - Grau de dificuldade 0,26; Item 89 - Grau de dificuldade 0,26; Item 90 - Grau de dificuldade 0,26; Item 91 - Grau de dificuldade 0,26; Item 92 - Grau de dificuldade 0,26; Item 93 - Grau de dificuldade 0,26; Item 94 - Grau de dificuldade 0,26; Item 95 - Grau de dificuldade 0,26; Item 96 - Grau de dificuldade 0,26; Item 97 - Grau de dificuldade 0,26; Item 98 - Grau de dificuldade 0,26; Item 99 - Grau de dificuldade 0,26; Item 100 - Grau de dificuldade 0,26.

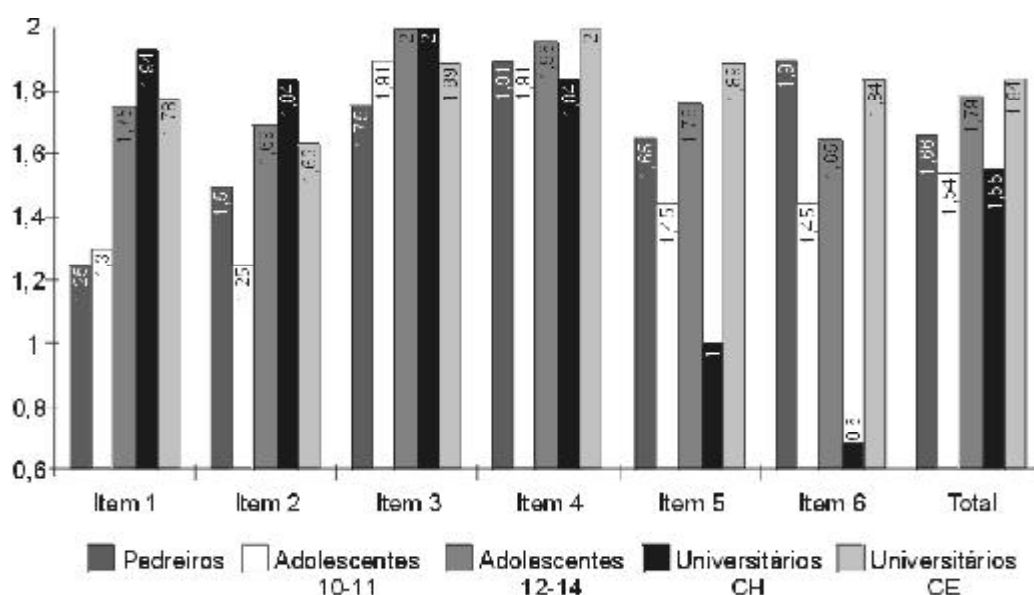


Gráfico 2 – Médias dos grupos nas seis medidas quantitativas relativas ao método de experimentação

Antes de tudo, o que chama atenção a respeito dos itens relacionados com o método de experimentação são as diferenças significativas concentrando-se somente nos itens 1, 2, 5 e 6. Nos itens 3 e 4, devido ao alto nível de desempenho apresentados por todos os cinco grupos, nenhuma diferença significativa é observada.

Em segundo lugar, é interessante notar o contrastante nível de desempenho dos pedreiros em relação aos outros grupos quanto ao método. Enquanto no item 1 os pedreiros apresentam um nível de desempenho significativamente inferior ao dos outros grupos (a exceção dos adolescentes de 10-11 anos), nos itens 5 e 6 apresentam níveis de desempenho significativamente melhores do que o dos universitários de CH ($p < 0,01$); em relação a este último item, o desempenho é também superior ao dos adolescentes de 10-11 anos ($p < 0,05$). No que concerne ao conteúdo das conclusões, a média extremamente baixa apresentada pelos pedreiros (0,10) torna as diferenças para os outros grupos (a exceção dos adolescentes de 10-11 anos) significativas ($p < 0,01$).

Por último, as comparações entre os dois grupos de adolescentes e os dois grupos de estudantes universitários indicam que:

1) devido ao baixo nível de desempenho dos adolescentes de 10-11 anos de idade nos itens 1 e 2, observam-se diferenças significativas entre este grupo e o dos universitários de CH e CE;

2) nos itens 5 e 6, enquanto os adolescentes de 10-11 anos apresentam um nível de desempenho inferior ao dos universitários de CE ($p < 0,05$), ao mesmo tempo apresentam também um nível de desempenho superior aos de CH ($p < 0,01$);

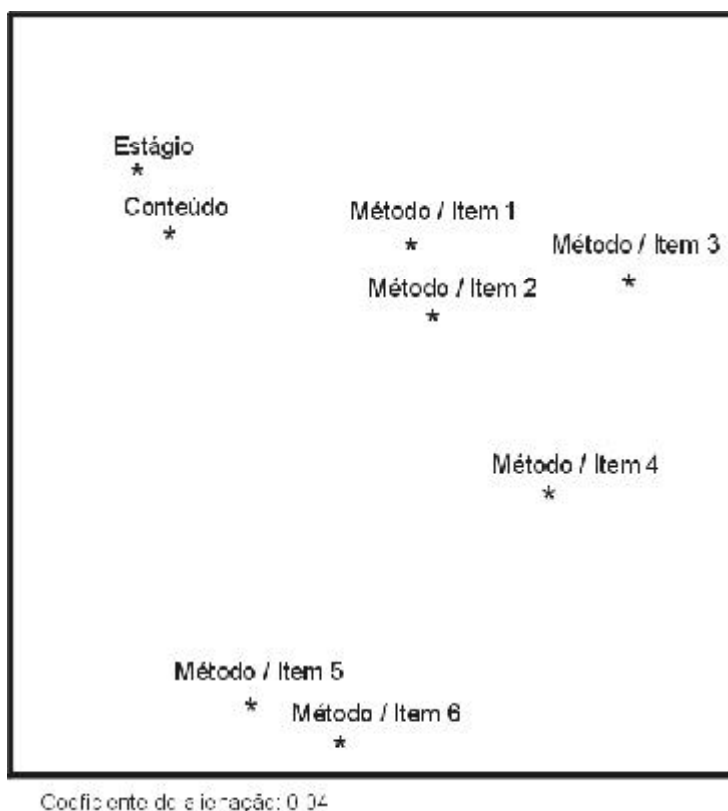
3) os universitários de CH apresentaram um nível de desempenho inferior em relação aos adolescentes de 12-14 anos ($p < 0,01$);

4) em relação ao conteúdo das conclusões, o alto nível de desempenho dos dois grupos de estudantes universitários, juntamente com o baixo nível de desempenho dos dois grupos de adolescentes, tornou as diferenças entre os universitários e adolescentes significativas ($p < 0,01$). Observa-se, assim, que, na comparação dos universitários de CH com os adolescentes de 10-11 anos, enquanto os universitários apresentam médias mais altas do que os adolescentes nos itens 1 e 2, nos itens 5 e 6 nota-se exatamente o contrário: os adolescentes apresentando médias mais altas do que os universitários.

Relação entre os diferentes escores de avaliação

Para melhor entender as diferenças observadas entre os vários grupos, de acordo com as diversas medidas de avaliação, é importante verificar como as diferentes formas de avaliar o problema do pêndulo interagem no geral e, mais especificamente, quais os aspectos da avaliação piagetiana tradicional estão relacionados. Neste

sentido, os seis escores relativos ao método de experimentação, o escore relacionado com o conteúdo das conclusões alcançadas e o estágio de desenvolvimento foram analisados através de uma análise multidimensional: o *Similarity Structure Analysis* (SSA) (Borg, Lingo, 1987; Borg, Shye, 1995; Guttman, 1965). A projeção SSA da coordenada 1 versus a coordenada 2 relativa a solução tridimensional (coeficiente de alienação 0,0478) encontra-se apresentada no Gráfico 3.



**Gráfico 3 – SSA dos diferentes escores de avaliação
Coordenada 1 versus Coordenada 2 da análise tridimensional**

Antes de tudo, observa-se a extrema proximidade que caracteriza as medidas do estágio piagetiano e do conteúdo das conclusões na parte superior esquerda do diagrama da projeção. Entre as medidas relativas ao método de experimentação que mais se aproximam das acima, destacam-se os itens 1 e 2 na parte superior direita do diagrama (respectivamente, "Tentativa de controlar mais de uma variável" e "Alteração do valor de uma única

variável mantendo as demais constantes"). A proximidade entre estas duas medidas era previsível, visto que o sucesso na primeira é pré-requisito da segunda. Na parte superior, ainda mais à direita, encontra-se o item 3 ("Mudanças das variáveis a serem testadas e executadas corretamente"). Abaixo deste, próximo da linha divisória horizontal da projeção, localiza-se o item 4 ("Fazer inferências sobre as variáveis apropriadas"). Enfim, na

parte inferior da projeção à esquerda da linha divisória vertical da projeção, encontram-se os itens 5 e 6 (respectivamente, "Habilidade de fazer inferências sem que seja preciso testá-las" e "Eficácia do procedimento"). A proximidade destas duas últimas medidas era também previsível, visto que um nível de desempenho satisfatório no item 5 é pré-requisito do item 6.

Este tipo de estrutura, na qual a medida qualitativa do estágio piagetiano encontra-se localizada próxima de algumas medidas e longe de outras, sugere a existência de dimensões não contempladas na avaliação tradicional piagetiana. É interessante que entre as dimensões com um baixo nível de correlação com o estágio piagetiano encontram-se as duas medidas relacionadas com o método de experimentação (itens 5 e 6), nas quais o grupo dos pedreiros apresenta escores significativamente superiores em relação aos universitários de Ciências Humanas e aos adolescentes de 10-11 anos. Lembre-se que este mesmo grupo apresentou níveis de desempenhos extremamente baixos na medida piagetiana e conteúdo das conclusões.

Discussão

Avaliação piagetiana tradicional

Os resultados obtidos com os adolescentes revelam que o procedimento piagetiano ortodoxo para a aferição da resposta comportamental de um sujeito à tarefa do pêndulo é eficaz para a diferenciação entre grupos de sujeitos com uma mesma origem socioeconômica e idades cronológicas diferentes. Os sujeitos mais jovens tendem a apresentar maior proporção de indivíduos nos estágios mais elementares. Os adolescentes mais velhos, embora revelem a mesma tendência, mostram propensão significativamente maior no sentido de atingirem os estágios mais elevados, especialmente no que diz respeito aos níveis IIIA e IIIB (34,2% dos mais velhos contra apenas 10% dos mais jovens).

O procedimento piagetiano também se mostra eficaz, mais até do que no caso anterior, na diferenciação entre indivíduos adultos de origens socioeconômico-culturais distintas, como indicaram as diferenças entre os universitários e os pedreiros.

Os universitários tendem a ser classificados estando ou no estágio IIIB ou, mais raramente, nos estágios IIB e IIIA. Os pedreiros tendem a ser classificados nos estágios I e IIA ou, mais raramente, nos estágios IIA e IIB.

A avaliação piagetiana, apesar de tudo, apresenta dificuldade para diferenciar indivíduos de uma mesma origem socioeconômica, mesma idade, mas experiência cultural diferenciada. Sujeitos universitários cursando áreas de conhecimento distintas não apresentaram quaisquer diferenciações apreciáveis no que diz respeito ao nível de desenvolvimento do pensamento formal segundo a avaliação clássica de Piaget.

Avaliação quantitativa

O método quantitativo diferencia sujeitos de idades diferentes e mesma origem socioeconômica tão bem quanto o tradicional procedimento piagetiano. Mais ainda, o maior detalhamento do método quantitativo o faz até mais preciso, exato e esclarecedor. Os sujeitos mais velhos apresentaram resultados significativamente superiores nos itens 1 e 2 (respectivamente, "Tentativas de controlar mais de uma variável" e "Alteração do valor de uma única variável mantendo as demais constantes").

No que diz respeito à diferenciação entre indivíduos adultos de origens socioculturais distintas, o método quantitativo também revela-se tão ou mais eficaz quanto o tradicional procedimento piagetiano. Os universitários de CH e CE, em relação aos pedreiros, apresentaram relevante superioridade quanto ao item 1 ("Tentativas de controlar mais de uma variável") e ao aspecto conteúdo das conclusões. Já os pedreiros, em relação aos universitários de CH, destacaram-se por sua vantagem nos itens 5 e 6 (respectivamente, "Habilidade de fazer inferências sem que seja preciso testá-las" e "Eficácia do procedimento").

A vantagem do método quantitativo sobre a metodologia tradicional de avaliação revela-se especialmente no que se refere à diferenciação entre os processos de pensamento de sujeitos de uma mesma origem socioeconômica, mesma idade, mas experiência educacional distinta. Os alunos de Ciências

Exatas revelam-se nitidamente superiores aos de Ciências Humanas nos itens 5 e 6 da avaliação quantitativa.

Idade e escolaridade

De acordo com os resultados obtidos na avaliação quantitativa, o pensamento dos adolescentes com mais de 12 anos de idade é diferente do pensamento dos mais jovens essencialmente em função de dois aspectos: maior consciência da necessidade de quando se quer investigar o efeito de uma variável em meio a várias, controlar as demais variáveis do sistema; e maior constatação da necessidade de se manter as demais variáveis constantes para se observar o efeito de uma só.

Considerando que é exatamente a partir dos 12 anos de idade que costuma emergir o pensamento formal em crianças de Nível Socioeconômico (NSE) médio, pode-se dizer que, para essas crianças, os dois atributos acima caracterizam o início do período operatório formal.

O grau de instrução também parece ser um fator importante no processo de aquisição do pensamento formal, especialmente ao ser avaliado através do método qualitativo piagetiano. Visto que o nível de instrução dos adolescentes de classe média é maior do que o dos pedreiros, e que o dos universitários é muito maior do que o dos adolescentes, percebe-se então uma clara relação entre o grau de escolaridade e o sucesso na tarefa do pêndulo e, conseqüentemente, com o maior estágio piagetiano alcançado. O adolescente e o pedreiro médios foram situados como estando em torno do estágio IIA, enquanto que o universitário médio foi classificado entre os estágios IIIA e IIIB.

O conjunto de tudo o que foi apresentado sugere que o efeito da escolarização manifesta-se principalmente através de um aumento progressivo da consciência da necessidade de se controlar as demais variáveis de um sistema para se observar o efeito de uma só, o que ocorre à medida em que aumenta o grau de escolaridade. Isso indica que deve haver algo na metodologia e/ou no conteúdo programático da educação escolar que propicia a aquisição desse tipo de consciência.

A atividade adulta e o pensamento formal

A escolaridade não é o único fator a surgir como elemento importante para o desenvolvimento do pensamento formal. Há indícios de que a experiência pessoal ou mesmo a preferência para com determinado tipo de atividade tem efeito relevante e nada desprezível sobre o pensamento.

Comparando-se o resultado médio de pedreiros, universitários de Ciências Exatas e universitários de Ciências Humanas, pode-se ter uma idéia da dimensão e da qualidade do efeito da experiência pessoal sobre o pensamento lógico.

O melhor nível de desempenho dos dois grupos de universitários em relação aos adolescentes de 10-11 anos no aspecto do conteúdo das conclusões obtidas e nos itens 1 e 2, e dos pedreiros somente no conteúdo das conclusões e item 1, pode ser explicado através de diferenças na escolarização. Também a superioridade dos universitários de Ciências Exatas em relação aos de Ciências Humanas nos itens 5 e 6 pode ser explicada através de diferenças tanto em termos de interesses como de diferenças no tipo de ênfase dada nos conteúdos programáticos dos currículos escolares. Contudo, a superioridade dos pedreiros sobre os alunos de Ciências Humanas no que diz respeito aos itens 5 e 6 não pode ser explicada da mesma forma.

É provável que o contraste entre a natureza concreta, objetiva e prática das atividades dos trabalhadores da construção civil com relação às atividades abstratas, subjetivas e formais dos estudantes de Ciências Humanas seja a causa da diferença observada.

O bom nível de desempenho dos pedreiros em quase todos os itens relativos ao método de experimentação, especialmente o item 6, e o nível extremamente baixo no conteúdo das conclusões levanta uma questão muito interessante a ser analisada. Para Inhelder e Piaget (1955-1958, p. 75), as crianças na fase inicial de aquisição do pensamento operatório formal teriam uma "lógica formal em processo de formação (...) superior à capacidade de experimentação". Isto é, a lógica da criança não chega ao ponto de estruturar "um método de averiguação adequado". Como suporte a esta colocação, levantam

que as crianças neste estágio são capazes de raciocinar corretamente se for apresentada uma demonstração adequadamente controlada dos efeitos das diferentes variáveis, mas, ao mesmo tempo, são incapazes de elaborar uma demonstração convincente. O tipo de desempenho apresentado pelos pedreiros aponta numa direção diferente, isto é, são capazes de experimentar e inferir de forma eficiente, mas incapazes de explicar e justificar e as conclusões alcançadas.

Questionamentos desta natureza já foram levantados na literatura. Por exemplo, Lovell (1961) relata ter encontrado em seus estudos crianças capazes de seriar de forma ordenada determinadas variáveis, mas que, ao mesmo tempo, chegam a conclusões erradas quando solicitadas para inferirem algo. Sommerville (1974a) observa o mesmo fenômeno em sua própria investigação. Na sua caracterização dos nove estágios de desenvolvimento do pensamento operatório formal através da tarefa do pêndulo, três destes estágios – "IIIA? B", "IIIA" e "IIIA? IIB" – eram caracterizados por um método de experimentação de tipo mais avançado do que a habilidade das crianças em interpretar os resultados e inferir conclusões lógicas. As porcentagens de sujeitos nestes três estágios foram, respectivamente, 11,44, 21,18 e 11,86. Isto é, 44,48% do total da amostra investigada por Sommerville apresentou um tipo de desempenho aparentemente não observado por Inhelder e Piaget.

Esse conjunto de resultados aponta para a independência destes dois aspectos do desempenho. O método de experimentação, ou pelo menos aspectos dele, não estão necessariamente relacionados de forma direta com o conteúdo das conclusões. A análise multidimensional também aponta nesta direção ao mostrar que o aspecto do conteúdo das conclusões localiza-se no diagrama de forma diferente em relação aos itens que medem o método de experimentação: muito próximo dos itens 1 e 2 e, ao mesmo tempo, distante dos itens 5 e 6.



Conclusão

Avaliação tradicional x análise quantitativa

A tarefa do pêndulo e o método piagetiano tradicional de se avaliar as respostas de um sujeito representam uma análise qualitativa do pensamento que não considera todos os aspectos do pensamento operatório formal, sendo menos precisa e sensível na detecção de diferenças devidas à experiência do indivíduo e que estejam mais relacionadas com o método de experimentação do que com o conteúdo das conclusões alcançadas. Embora certos resultados possam ser obtidos no sentido de diferenciar indivíduos, esse método apresenta limites em revelar aspectos mais sutis do pensamento formal.

O método quantitativo não apenas tende a obter os mesmos resultados que a avaliação tradicional como também consegue diferenciar as sutis diferenças em pensamento de grupos de indivíduos de mesma idade e classe social de origem, mas diferentes experiências culturais específicas. Além do mais, o detalhamento do método quantitativo faz com que as diferenças e semelhanças entre pessoas de idades, classes sociais e/ou experiências distintas sejam reveladas de modo a esclarecer melhor a natureza peculiar dos seus processos de pensamento.

O nível de instrução e o pensamento formal

O nível de instrução de um indivíduo apresenta nítido efeito sobre a sua habilidade formal como um todo. Quanto maior a escolaridade de uma pessoa, mais alto será o nível das suas respostas à tarefa do pêndulo, maior a probabilidade dela ser classificada de modo mais elevado na escala piagetiana e maior até mesmo os seus resultados na avaliação quantitativa.

Ao que tudo indica, a educação institucionalizada fornece ao indivíduo experiências e conceitos que os levam a apresentar um nível crescente de seriação, categorização, dissociação e abstração.

A influência do grau de instrução, embora seja forte o suficiente para refletir-se até mesmo na escala piagetiana tradicional ou nas avaliações mais globais do

método quantitativo, parece restringir-se a apenas alguns aspectos em particular do pensamento. Mais especificamente, tudo indica que a escola tende a transmitir conteúdos e a exercitar experiências que levam à aquisição de:

- *Consciência da necessidade de controle multidimensional*: constatação da necessidade de controlar-se as diversas variáveis de um sistema quando se busca analisar o seu funcionamento dinâmico; e

- *Eficiência na execução do controle*: capacidade em escolher e aplicar os procedimentos de controle e para identificar os fatores a serem controlados.

A experiência pessoal e o pensamento adulto

As experiências de um indivíduo, certamente junto com os valores e motivações que o levaram a vivenciá-las, demonstram ter grande relevância no desenvolvimento do processo de pensamento apresentado na idade adulta.

No exemplo específico dos universitários, o efeito da área de estudo sobre o pensamento revela-se sob a forma de maior objetividade e praticidade na resolução do problema do pêndulo por parte dos alunos de Exatas em relação aos de Ciências Humanas. De fato, os alunos de Ciência e Tecnologia, provavelmente dada a sua melhor formação em matemática e física, tendem a apresentar, em relação aos alunos de Ciências Humanas, maior capacidade de efetuar as inferências apropriadas à manipulação experimental efetuada, maior habilidade em inferir sem precisar testar e na eficiência geral do processo de pensamento.

No caso dos alunos de Ciências Humanas e dos pedreiros, estes últimos tendem a apresentar maior objetividade e praticidade no processo de pensamento. Tal tendência, decerto uma consequência das exigências de suas atividades profissionais, manifesta-se principalmente no que diz respeito à capacidade de fazer inferências sem ter que "perder tempo" testando-as e à habilidade de extrair um máximo de conclusões a partir de um mínimo de experimentos. Contudo, a experiência dos alunos de Ciências Humanas com a escola os faz apresentarem maior consciência da necessidade de controlarem as diversas variáveis de um sistema

quando se tem por objetivo analisar o seu funcionamento dinâmico e maior habilidade na execução desse controle.

Em relação à comparação entre os estudantes universitários da área de Ciência e Tecnologia e os trabalhadores da construção civil, existem grandes semelhanças quanto à objetividade e praticidade do pensamento, mas não no que diz respeito à consciência e à habilidade em controlar as diversas variáveis de um sistema. Aqui, a diferença no que diz respeito à escolaridade é a mais relevante.

Considerações finais e perspectivas futuras

Jean Piaget foi um teórico de fundamental importância para o estudo da cognição dada a sua ênfase na investigação tanto dos processos quanto dos conteúdos do pensamento. Graças às suas hipóteses e formulações, efetuadas a partir das observações empíricas do próprio e das de seus colaboradores, surgiu um novo e brilhante modo de perceber e pensar o pensamento humano. Apesar disso, cedo ou tarde todas as teorias científicas, por mais bem fundamentadas e enunciadas que sejam, precisam evoluir para poderem explicar um crescente número de fenômenos com maior clareza, simplicidade e abrangência. Este é o ponto no qual nos encontramos.

Nos últimos 20 anos, diversos estudos têm mostrado a necessidade de rever alguns aspectos da teoria piagetiana no que diz respeito aos seus métodos de experimentação, sua consideração dos efeitos dos fatores socioculturais sobre o pensamento e sua formulação acerca do pensamento operatório formal. Tais reformulações dos procedimentos e métodos de experimentação, no sentido de produzir métodos mais eficazes de experimentação, procedimentos mais objetivos para a avaliação e formulações teóricas mais rigorosas, não reduzem os méritos da teoria, mas certamente convidam a realizar ajustes no sentido de uma maior consistência teórica e experimental. Este estudo, visando compreender melhor as dimensões avaliadas no método qualitativo piagetiano através do desenvolvimento de um método quantitativo de avaliação da resposta à tarefa do pêndulo, junto com os questionamentos teóricos que ele traz, representa um passo nessa direção.

Dentro dessa perspectiva, obviamente outros aspectos permanecem em aberto necessitando a realização de novos estudos como, por exemplo, o peso exercido pela experiência no desenvolvimento do pensamento formal, o estabelecimento do grau de generalidade de tal aquisição, os fatores ou condições envolvidos na mudança (favorecendo a emergência

de estratégias de raciocínio formal no decorrer do desenvolvimento) e como interpretá-las. Neste sentido, são de fundamental importância a realização de investigações do tipo longitudinal, visando compreender, mais especificamente, a média de idade, velocidade de transição e possíveis diferenças individuais do pensamento operatório concreto para o operatório formal.

Referências bibliográficas

- BLURTON JONES, N. G.; KONNER, M. J. Bushmen knowledge of animal behavior. In: LEE, R. B.; DE VORE, I. (Org.). *Kalahari hunter-gatherers*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1976.
- BORG, I.; LINGOES, J. C. *Multidimensional similarity structure analysis*. New York: Springer, 1987.
- BORG, I.; SHYE, S. *Facet theory form and content*. Newbury Park Ca.: Sage, 1995.
- BRAINERD, C. On the validity of propositional logic as a model for adolescent intelligence. *Interchange*, Ontario, n. 7, p. 40-45, 1976/1977.
- CARRAHER, T. N.; CARRAHER, D. W. Do Piagetian stages describe the reasoning of unschooled adults? *The Quarterly Newsletter of The Laboratory of Comparative Human Cognition*, v. 3, n. 4, p. 61-68, 1981.
- COMMONS, M. L.; RICHARDS, F. A.; KUHN, D. Systematic and metasystematic reasoning: a case for levels of reasoning beyond Piaget's stage of formal operations. *Child Development*, Chicago, v. 53, n. 4, p. 1058-1069, 1982.
- DALE, L. G. The growth of systematic thinking: replication and analysis of Piaget's first chemical experiments. *Australian Journal of Psychology*, Parkville, v. 22, p. 277-286, 1970.
- DANNER, F. W.; DAY, M. C. Eliciting formal operations. *Child Development*, Chicago, v. 48, pt. 3, p. 1600-1606, 1977.
- DAVIES, C. M. Development of the probability concept in children. *Child Development*, Chicago, v. 36, pt. 2, p. 779-788, 1965.
- DIAS, M. G. B. B. A compreensão de silogismos em crianças. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, Brasília, v. 4, n. 2, p. 156-169, 1988.
- DIAS, M. G. B. B.; HARRIS, P. L. The effect of make-believe play on deductive reasoning. *The British Journal of Developmental Psychology*, Leichester, v. 6, p. 207-221, 1988.
- GOODNOW, Jacqueline J. A test of milieu differences with some of Piaget's tasks. *Psychological Monographs: General and Applied*, Washington, v. 76, n. 555, p. 1-22, 1962.
- GREENBOWE, T. Teaching preadolescents to act as scientist: replication and extension of an earlier study. *Journal of Educational Psychology*, Arlington, v. 73, n. 5, p. 705-711, 1981.

- GUTTMAN, L. A general nonmetric technique for finding the smallest co-ordinate space for a configuration. *Psychometrika*, Williamsburg, v. 33, p. 469-506, 1965.
- HAWKINS, J.; PEA, R. D.; GLICK, J. et al. "Merds that laugh don't like mushrooms": evidence for deductive reasoning by preschoolers. *Developmental Psychology*, Washington, v. 20, p. 584-594, 1984.
- INHELDER, B.; PIAGET, J. *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent*. Paris: PUF, 1955-1958.
- JACKSON, S. The growth of logical thinking in normal and subnormal children. *British Journal of Educational Psychology*, Edinburgh, v. 35, p. 255-258, 1965.
- JOHNSON-LAIRD, P. N.; LEGRENZI, P.; SONINO-LEGRENZI, M. Reasoning and a sense of reality. *British Journal of Psychology*, London, v. 63, p. 395-400, 1972.
- KEATING, D. P. Precocious cognitive development at the level of formal operations. *Child Development*, Chicago, v. 46, pt. 1, p. 276-280, 1975.
- KUHN, D. Conditional reasoning in children. *Developmental Psychology*, Washington, v. 13, p. 342-353, 1977.
- KUHN, D.; ANGELEY, J. An experimental study of the development of formal operational thought. *Child Development*, Chicago, v. 47, pt. 2, p. 697-706, 1976.
- KUHN, D. et al. The development of formal operations in logical and moral judgement. *Genetic Psychology Monographs*, Provincetown, Mass., v. 95, n. 1, p. 97-188, 1977.
- LOWENTHALL, F. Games, graphs and the logic of language acquisition: a working hypothesis. *Communication and Cognition*, Ghent (Belgique), v. 10, p. 47-52, 1977.
- LOVELL, K. A follow-up study of Inhelder and Piaget's "The growth of logical thinking". *British Journal of Psychology*, London, v. 52, p. 143-153, 1961.
- LUNZER, E. A. Problems of formal reasoning in test situations. *Monographs of the Society for Research in Child Development, European Research in Cognitive Development*, Chicago, v. 30, n. 1, p. 2, 1965. (Número organizado por P. H. Mussen).
- NEIMARK, E. D. Longitudinal development of formal operations thought. *Genetic Psychology Monographs*, Provincetown, Mass., v. 91, p. 171-225, 1975.
- OKUN, M. A.; SASFY, J. H. Adolescence, the self concept, and formal operations. *Adolescence*, San Diego, CA., n. 12, p. 373-380, 1977.
- PEEL, E. A. *The nature of adolescent judgement*. London: Staples, 1971.
- PELUFFO, N. Les notions de conservation et de causalité chez les enfants provenant de différents milieux physiques et socio-culturels. *Archives de Psychologie*, Genève, v. 38, n. 152, p. 275-291, 1962.
- _____. Culture and cognitive problems. *International Journal of Psychology*, Amsterdam, v. 2, p. 187-198, 1967.
- PIAGET, J. *Logic and psychology*. Manchester: Manchester University Press, 1953.
- PIPER, D. Syllogistic reasoning in varied narrative contexts: aspects of logical and linguistic development. *Journal of Psycholinguistic Research*, New York, v. 14, 1985.
- ROAZZI, A. O desenvolvimento individual, o contexto social e a prática de pesquisa. *Psicologia: Ciência e Profissão*, Brasília, v. 7, n. 3, p. 27-33, 1987a.

- ROAZZI, A. *Pensamento operatório formal e a avaliação do problema do pêndulo*. Recife: UFPE, 1989. Trabalho de Pós-Graduação em Psicologia.
- _____. Pesquisa e contexto: métodos de investigação e diferenças socioculturais em questão. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n. 62, p. 35-44, 1987b.
- ROBERGE, J. J. A study of children's abilities to reason with basic principles of deductive reasoning. *American Educational Research Journal*, Washington, v. 7, n. 4, p. 583-595, 1970.
- ROBERGE, J. J.; PAULUS, D. H. Developmental patterns for children's class and conditional reasoning abilities. *Developmental Psychology*, Washington, v. 4, p. 191-200, 1971.
- RONNING, R. R. Modelling effects and development changes in dealing with a formal operational task. *American Educational Research Journal*, Washington, v. 14, n. 2, p. 213-223, 1977.
- SCHWEBEL, M. Formal operations in college freshmen. *The Journal of Psychology*, Provincetown, Mass., v. 91, p. 133-141, 1975.
- SEMINÉRIO, F. L. P. *Piaget: o construtivismo na psicologia e na educação*. Rio de Janeiro: Imago, 1996.
- SHAYER, M. The pendulum problem. *British Journal of Educational Psychology*, Edinburgh, v. 46, n. 1, p. 85-87, 1976.
- SIEGLER, R. S. Three aspects of cognitive development. *Cognitive Psychology*, New York, v. 8, n. 4, p. 481-520, 1976.
- SIEGLER, R. B.; LIEBERT, D. E.; LIEBERT, R. M. Inhelder and Piaget's pendulum problem: teaching preadolescents to act as scientists. *Developmental Psychology*, Washington, v. 9, n. 1, p. 97-101, 1973.
- SOMERVILLE, S. C. The pendulum problem: part I. *Melbourne Psychology Reports*, Melbourne, n. 5, 1974a.
- _____. The pendulum problem: part II. *Melbourne Psychology Reports*, Melbourne, n. 6, 1974b.
- _____. The pendulum problem: patterns of performance defining developmental stages. *British Journal of Educational Psychology*, Edinburgh, v. 44, n. 3, p. 266-281, 1974c.
- WASON, P. C.; SHAPIRO, D. Natural and contrived experience in a reasoning problem. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, London, v. 23, n. 1, p. 63-71, 1971.
- WINSTON, A. S.; PETERS, M. The pith of the pendulum: a note on the study of formal operations. *Perceptual and Motor Skills*, Missoula, Mont., v. 59, n. 2, p. 587-590, 1984.
- YOST, P. A.; SIEGEL, A. E.; ANDREWS, J. M. Non-verbal probability judgments by young children. *Child Development*, Chicago, v. 33, p. 769-780, 1962.

Recebido em 17 de março de 2000.

Antonio Roazzi, doutor em Psicologia do Desenvolvimento pela University of Oxford, Inglaterra, é coordenador do Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Bruno Campello de Souza é doutorando do Programa de Pós-Graduação em Psicologia da UFPE.

Abstract

The Piagetian theory about formal reasoning presents a series of methodological problems and unanswered theoretical questions that must be analysed in order to attain a better understanding about the thinking of adolescents and adults. This means that there is still a need for studies with greater comprehensiveness and objectiveness for one to determine the actual components of formal reasoning and detect the role of variables such as social class, sex, IQ, education and training in the development of this kind of reasoning. Based on a quantitative procedure for the evaluation of formal thinking from the Piagetian task of the pendulum, the present work investigated: 1) a more detailed system for the evaluation of tasks involving formal operations and 2) the performance of subjects of several ages (from 10 to 14 years-old and adults) and different kinds of social, cultural and educational experiences (masons and university students in the fields of exact and human sciences). The results obtained showed that the new system for the quantitative evaluation of formal reasoning has a greater degree of efficacy with regards to the differentiation between the thought processes of individuals of different age groups or social-cultural experiences than the traditional Piagetian procedure. Also, observations were made as to the subtle effect of social-cultural experiences on the individual's performance on the pendulum task, an effect that presented itself as being selective to the formal component to be modified.

Keywords: Piaget; pendulum problem; formal operations; culture.
